

名古屋での降雨の化学特性について

大同工科大学

○上井 美幸

同上

正員

下島 栄一

1. はじめに

酸性雨は、森林の枯死、湖沼の酸性化による魚類の死滅などをもたらし、今日、地球規模での深刻な環境問題となっていることは言及するまでもない。本文は、名古屋市の数カ所で降雨を採水し、降雨がどのような化学的特性を有しているかを調べた結果を示したものである。

2. 観測方法

1994年6月～1995年11月の間の降雨を対象にして、名古屋市南区白水町、中川区の戸田、万場の三地点で降雨の採水を行い、その化学成分をイオンクロマトで分析すると共に、pHメータでpH値も測定した。採水は、直径21cmのポリロートを介して雨水をポリビンに採取した。各サンプルの採水時間は降雨の強さによって必ずしも一定でないが、30分～60分程度の時間間隔であった。

3. 観測結果と考察

(1) 硝酸イオン濃度と硫酸イオン濃度の関係

降雨の酸性化の主因と考えられる硝酸イオン濃度 ($[NO_3^-]$) と硫酸イオン濃度 ($[\Delta SO_4^{2-}]$) との関係を全降雨サンプルについてプロットしたものが図1である。ここに、 $[\]$ は濃度を意味し、 $[\Delta SO_4^{2-}] = [SO_4^{2-}] - [Na^+] \times ([SO_4^{2-}] / [Na^+])_{sea}$ で、観測値より海塩起源の影響を除去したものであり、添字'sea'は海水の当該の濃度を、添字なしのものは降雨を意味する。なお、 $[NO_3^-]$ については、全てが非海塩起源(人間活動起源)と考えてよい¹⁾。データは図中の実線上にほぼ点描されている。同線は回帰直線で、 $[\Delta SO_4^{2-}] = 1.11 \times [NO_3^-]^{0.84}$ で与えられる。

また、季節による差異を調べると、夏季(6月～8月)では、両イオン濃度とも高いものが多く、秋季(9月～11月)では広範囲にばらついており、冬季、春季では中間的な値を示し、また秋季を除外した全データは $[\Delta SO_4^{2-}] > [NO_3^-]$ の関係を満たしている。なお、中川区と南区とのデータを比較したところ、工場地帯や幹線道路のある南区の方が両イオン濃度とも高い値を示していた。

(2) 酸性度ポテンシャル(AP)と

中和ポテンシャル(NP)の関係

図2は、全観測降雨の $AP = ([\Delta SO_4^{2-}] + [NO_3^-])$ と $NP = ([\Delta Ca^{2+}] + [NH_4^+])$ の

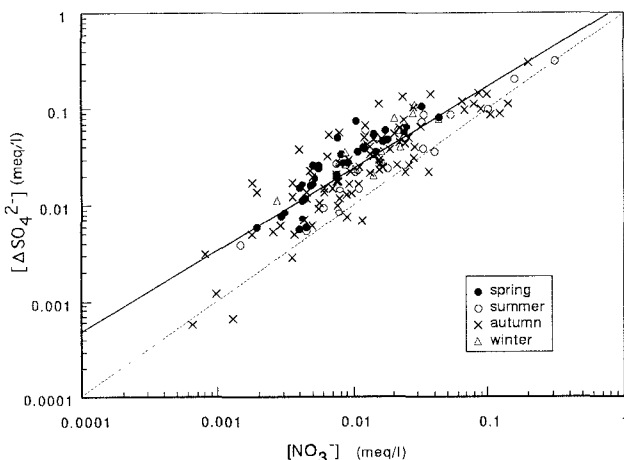
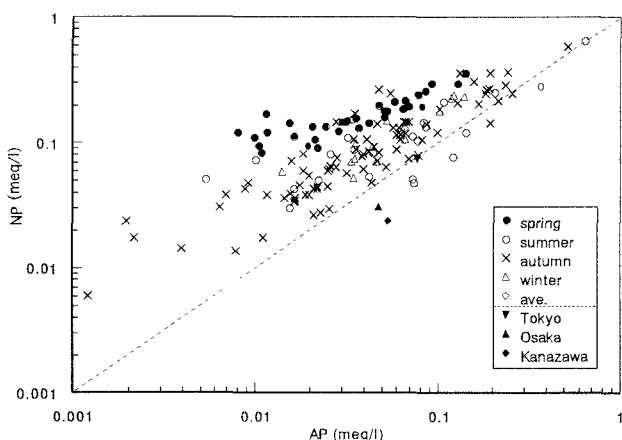
図1: $[\Delta SO_4^{2-}]$ と $[NO_3^-]$ の関係

図2: APとNPの関係

値の関係をプロットしたものである。ここに、 $[\Delta \text{Ca}^{2+}]$ は $[\Delta \text{SO}_4^{2-}]$ と同様、非海塩起源の Ca^{2+} 濃度であり、また図中の直線は $\text{NP}=\text{AP}$ である。夏季のデータは同直線上にほぼ分布しているが、冬季、春季では明確に $\text{NP} > \text{AP}$ となっている。全データの平均値(◇印)は $\text{NP} > \text{AP}$ の関係を満たしているが、図示した東京、大阪、金沢のデータ(年平均値:表1参照)²⁾はいずれも名古屋とは逆の関係の $\text{NP} < \text{AP}$ となっている。名古屋での降雨のNPとAPの構成イオンの濃度(全データの平均)を、東京、大阪、金沢でのもの²⁾と比べると

表1: 各都市間のイオン濃度の比較、()測定年

	東京('84) (都心部)	大阪('85) (郊外)	金沢('85)	
$[\text{NH}_4^+]$	1.8	5.0	4.3	[0.069]
$[\Delta \text{Ca}^{2+}]$	1.7	3.5	8.0	[0.059]
$[\Delta \text{SO}_4^{2-}]$	0.8	1.3	1.1	[0.043]
$[\text{NO}_3^-]$	1.1	1.7	1.7	[0.023]

表1の通りである。ここに、表中の数値は、名古屋での当該イオン濃度が、例えば東京での濃度の何倍の値となっているかを示す。また表中の[]の値は名古屋での平均濃度(meq/l)である。表より、観測年は同じではないが、名古屋の降雨は大阪や金沢のものに比し、APでは NO_3^- 、NPでは ΔCa^{2+} 、 NH_4^+ 共、濃度が高い値を示し、また、APも高いが、NPも同様に高いという化学特性を示していることが分かる。

ΔCa^{2+} と NH_4^+ の濃度の間には大略正の相関関係がみられたという事実を考慮して図2を調べると、 ΔCa^{2+} 濃度は冬季や春季に比較的高い値となっていることが分かる。これは北西風による大陸起源の風塵中に含まれる炭酸カルシウム(カルサイト)によるものと考えられる。

(3) 一降雨事象中の水質変化

台風9426号が、9月29日の午後、名古屋に降雨をもたらしたが、その際に降雨を採取(中川区戸田)した結果を図3に示す。なお、採水期間では、アメダスによれば南西風が卓越していた。APとNPの増減変化は類似であり、また、降雨強度の経時変化との対応は、降雨時系列を1時間だけ遅らせて比較すれば、両者の位相は一致することが分かる。また、21時~24時の強い降雨に対し両ポテンシャルは同様に高い値となっている。両ポテンシャルは $\text{AP} < \text{NP} < 0.1$ (meq/l)の関係を示し、図2での秋季データと比較すると、ポテンシャル値はかなり低い領域にプロットされていることが分かる。なお、NPとAPの構成イオン濃度を調べた結果、各イオン濃度は同ポテンシャルと同様な増減をしていたことが分かった。pH値は4.6~5.2の範囲にあり、また17~18時のデータを除外すると、時間経過と共に減少しているように見える。なお、pH値と降雨強度の間には明確な関係が認められなかった。

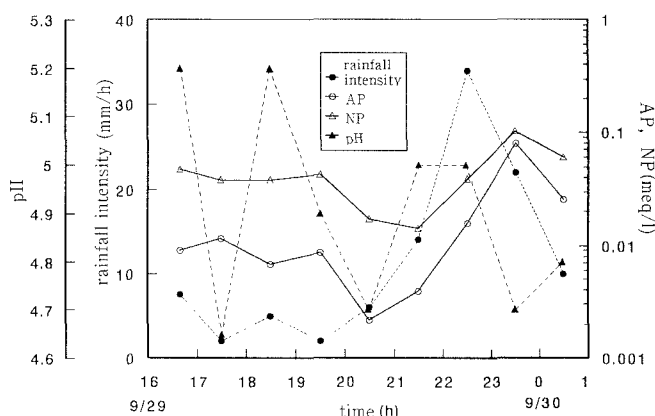


図3: 台風9426号来襲時の観測結果

4. おわりに

今後、降雨データの集積に努め、化学成分と気象要素との関係等を検討して行きたい。降雨の採水・データ整理に協力を得た元大同工大生安井勝明君、同大学院生上田裕一郎君、またデータ解析に際し貴重な助言を頂いた富山県立大学吉岡龍馬教授に感謝の意を表す。台風時の雨量データは名古屋市打手下水処理場より提供を受けた。

<<参考文献>> 1) 吉岡龍馬(1991):応用地質学会関西支部記念論文集, 2) 鶴田治雄(1990):地球環境の危機(内嶋編)、岩波書店。